

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



533 964

(43) Date de la publication internationale
27 mai 2004 (27.05.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/044826 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ : G06K 9/00

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2003/003271

(22) Date de dépôt international :
3 novembre 2003 (03.11.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
02/14030 8 novembre 2002 (08.11.2002) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : SAGEM
SA [FR/FR]; Le Ponant de Paris, 27, rue Leblanc, F-75015
Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : COVA,
Jean-François [FR/FR]; 42, rue Bouret, F-75019 Paris
(FR). CHEVALIER, Frédéric [FR/FR]; 4, sente des Lys,
F-78480 Verneuil sur Seine (FR).

(74) Mandataires : GORREE, Jean-Michel etc.; Cabinet
Plasseraud, 84, rue d'Amsterdam, F-75440 Paris Cedex 09
(FR).

(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (BW, GH, GM,
KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet
eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,
TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)) pour US
seulement

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale
— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des
revendications, sera republiée si des modifications sont re-
çues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrégia-
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de
la Gazette du PCT.

(54) Title: METHOD FOR IDENTIFICATION OF A PERSON BY RECOGNITION OF A DIGITAL FINGERPRINT

(54) Titre : PROCEDE D'IDENTIFICATION D'UNE PERSONNE PAR RECONNAISSANCE D'EMPREINTE DIGITALE

(57) Abstract: The invention relates to a method for identification of a person by recognition of a digital fingerprint, whereby the characteristic points on a digitised image of a digital fingerprint (E) are determined and transmitted (16) to a bank holding (17) the characteristic points of a number of digital fingerprints for comparison and identification (18) of the person to whom the photographed fingerprint belongs. When the fingerprint (E) is taken on a curved surface (3) of an object (12), the digitised mage is transformed (13) into a plane-projection corrected digitised image, by means of an algorithm, in which the characteristic points are detected (15).

(57) Abrégé : Procédé d'identification d'une personne par reconnaissance d'empreinte digitale, selon lequel on détecte (15), sur une image numérisée d'une empreinte digitale (E), les points caractéristiques qui sont ensuite transmis (16) à une banque détenant (17) les points caractéristiques d'une multiplicité d'empreintes digitales, aux fins de comparaison et d'identification (18) de la personne possédant l'empreinte photographiée. Lorsque l'empreinte (E) est sur une surface courbe (3) d'un objet (12), on transforme (13), par traitement algorithmique, l'image numérisée en une image numérisée corrigée par projection plane, sur laquelle on détecte (15) les points caractéristiques.

WO 2004/044826 A1

**PROCEDE D'IDENTIFICATION D'UNE PERSONNE PAR RECONNAISSANCE
D'EMPREINTE DIGITALE**

La présente invention concerne d'une façon
5 générale le domaine de l'identification d'une personne par
reconnaissance d'empreinte digitale et elle concerne plus
spécifiquement des perfectionnements apportés aux procédés
- automatisés - d'identification d'une personne par
reconnaissance d'empreinte digitale, consistant à :

- 10 - réaliser une photographie numérique donnant une
image numérisée d'une empreinte digitale ou partie
d'empreinte digitale présente sur une surface d'un objet,
- analyser ladite image numérisée de l'empreinte
digitale,
- 15 - y détecter des points caractéristiques,
- échanger les informations numériques des points
caractéristiques détectés avec une banque d'informations
détenant en mémoire des informations numériques des points
caractéristiques d'une multiplicité d'empreintes
- 20 digitales, lesdites informations numériques mémorisées
correspondant à des images planes de la multiplicité
d'empreintes digitales,
- comparer les informations numériques des susdits
points caractéristiques détectés avec les informations
- 25 numériques tenues en mémoire dans la banque
d'informations, et
- identifier une personne possédant ladite
empreinte digitale comme résultat de la comparaison
précédente.

30 Dans ce qui suit, l'invention est discutée et
exposée avec référence aux empreintes digitales, c'est-à-
dire aux reliefs cutanés présents sur les faces
inférieures des doigts (en général les doigts des mains).

Toutefois il est entendu que l'invention s'applique non seulement aux empreintes digitales (doigts des mains ou doigts des pieds), mais aussi à tous autres reliefs cutanés présents sur d'autres parties du corps (par
5 exemple paumes des mains, plantes des pieds, ...).

De tels procédés sont utilisés pour une identification automatisée d'une personne à partir d'une empreinte digitale détectée sur une surface d'un objet.

Lorsque ladite surface est plane ou approximati-
10 vement plane (par exemple surface courbe à grand rayon de courbure), l'image numérisée de l'empreinte digitale fournie par photographie numérique restitue de façon sensiblement correcte et complète la topologie des points caractéristiques de ladite empreinte et le processus
15 d'identification exposé ci-dessus peut se dérouler dans des conditions fiables.

Toutefois, dans de nombreux cas, des empreintes digitales peuvent être détectées sur des surfaces courbes de relativement faible rayon de courbure (par exemple
20 manche d'outil, douille de munition, canon d'arme à feu, poignée de porte, etc....). Dans ce cas, la partie centrale - située sur la partie de la surface qui est la plus proche de l'objectif photographique et qui s'étend approximativement transversalement à l'axe de celui-ci -
25 de l'empreinte digitale apparaîtra de façon sensiblement correcte sur l'image numérisée ; mais les bords de l'empreinte digitale - situés sur les parties de la surface qui sont plus éloignées de l'objectif photographié et qui sont peu inclinées, voire parallèles à l'axe de
30 celui-ci - apparaîtront dans une perspective très marquée (effet de tassement) et la topologie des points caractéristiques est fortement faussée, voire les points caractéristiques ne sont plus décelables. Dans ce cas, la

détection des points caractéristiques doit se limiter à la zone centrale de l'image de l'empreinte, ce qui altère fortement la fiabilité du processus d'identification.

Pour fixer les idées, on peut considérer l'exemple
5 suivant. Une image rectangulaire curviligne sur une surface cylindrique de révolution se projette sur une surface plane en une image rectangulaire plane. La distorsion de l'image rectangulaire plane par rapport à l'image rectangulaire curviligne dépend de la position
10 angulaire des zones de l'image sur le cylindre. Dans l'hypothèse la plus simple d'une projection droite :

- la génératrice du cylindre parallèle au plan et la plus proche de celui-ci (position angulaire 0°) se projette sur le plan sans distorsion ;
- 15 - la zone courbe du cylindre s'étendant sur la plage angulaire $0 - 45^\circ$ se projette sur la surface plane avec une distorsion d'environ 10 % ;
- la zone courbe du cylindre s'étendant sur la
20 plage angulaire $0 - 65^\circ$ se projette sur la surface plane avec une distorsion d'environ 20 % ;
- la zone courbe du cylindre s'étendant sur la
25 plage angulaire $0 - 85^\circ$ se projette sur la surface plane avec une distorsion d'environ 33 %.

On soulignera qu'il s'agit là de la distorsion globale calculée à partir du rapport entre la dimension de l'arc de cercle et la dimension de sa projection
30 orthogonale sur un plan. Mais localement la distorsion peut être beaucoup plus importante.

On notera également qu'une image projetée sur un plan (photographie) d'une empreinte digitale apposée sur

une surface courbe est difficilement exploitable de façon fiable si l'objet courbe sur lequel se trouve l'empreinte digitale originale présente un diamètre inférieur à 3,20 cm.

5 Par contre, en présence d'une distorsion de l'image projetée à plat inférieure à 10 %, les appareils de reconnaissance automatique d'empreinte digitale peuvent fonctionner correctement.

10 Considérée sous un autre angle, la transformation de l'empreinte digitale originale apposée sur la surface courbe en une image numérique plane se traduit par une perte de résolution sur ladite image plane en fonction de l'éloignement latéral par rapport à la zone centrale non distordue. Toujours en considérant l'exemple de la surface
15 cylindrique de révolution, la variation de la résolution sur l'image plane en fonction de la position angulaire sur la surface cylindrique est la suivante :

	1000 dpi à 0° (zone centrale)
	700 dpi à 45°
20	500 dpi à 60°
	173 dpi à 80°
	0 dpi à 90°

Il existe donc une demande pressante, de la part des utilisateurs de dispositifs de reconnaissance
25 automatisée d'empreinte digitale, pour que cette reconnaissance automatisée demeure valide et exploitable même en présence d'empreintes digitales apposées sur des surfaces courbes, de manière telle qu'au moins la plus grande partie des points caractéristiques des empreintes
30 soient détectables et utilisables aux fins de reconnaissance.

A ces fins, l'invention propose un procédé d'identification tel que mentionné au préambule qui se caractérise, selon l'invention,

5 en ce que, lorsque l'empreinte digitale se trouve sur une surface courbe, on transforme par projection plane, au moyen d'un traitement algorithmique, ladite image numérisée en une image numérisée corrigée avec un niveau de distorsion inférieur à un seuil prédéterminé, ladite image corrigée représentant dans un plan les points
10 caractéristiques de ladite empreinte digitale,

en ce qu'on détecte lesdits points caractéristiques dans ladite image corrigée,

et en ce qu'on échange les informations numériques courantes desdits points caractéristiques avec la susdite
15 banque d'informations et on les compare avec les informations numériques mémorisées dans celle-ci.

Grâce à ce procédé, l'image numérisée plane initiale de l'empreinte digitale, qui n'était que partiellement exploitable et conduisait souvent à des
20 résultats non satisfaisants (nombre insuffisant de points caractéristiques visibles, distances distordues entre les points caractéristiques conduisant à des topologies erronées entraînant des identifications erronées ou impossibles), est transformée en une image numérisée plane
25 corrigée sur laquelle la topologie des points caractéristiques de l'empreinte est reconstituée avec une exactitude très supérieure à celle de l'image initiale. L'exactitude de cette topologie sur l'image reconstituée est d'autant meilleure et se rapproche d'autant plus de la
30 topologie exacte que la géométrie de la surface courbe a été prise en compte de façon précise par les moyens de traitement algorithmique.

C'est ainsi notamment que les meilleurs résultats sont obtenus lorsque la surface courbe est une surface géométrique simple : cylindrique de révolution , conique ou tronconique de révolution, éventuellement sphérique, et
5 lorsque des points ou génératrices diamétralement opposés sont visibles sur l'image initiale (demi-cylindre, demi-cône, demi-sphère visible en projection sur l'image initiale).

Dans le cas où l'empreinte digitale est apposée
10 sur une surface courbe complexe, on tente de décomposer celle-ci en morceaux de surface de formes géométriques simples accolés et l'on traite individuellement chaque morceau de surface avec sa portion d'empreinte, ce qui conduit finalement à une image plane corrigée formée d'une
15 mosaïque de morceaux d'image plane corrigée qui se juxtaposent de façon plus ou moins précise selon la complexité du découpage, mais qui autorise la mise en œuvre du processus de reconnaissance automatisé, alors que l'image plane initiale n'aurait pas pu être traitée
20 correctement.

Le procédé conforme à l'invention consiste donc à "dérouler" à plat l'image initiale de l'empreinte digitale en respectant les distances des diverses zones ou points par rapport à une zone de référence non distordue ;
25 autrement dit on reporte sur l'image plane corrigée les distances planes égales aux distances curvilignes respectives sur la surface où l'empreinte est apposée. Seules les zones de bord (correspondant aux bords de la surface courbe) ne peuvent pas être reconstituées de façon
30 efficace en raison du tassement des formes sous l'effet de la perspective. Toutefois, ces zones de bord non restructuribles demeurent peu importantes et il est

estimé qu'environ 83 % de l'image plane de l'empreinte pouvait être corrigée.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui suit faite en référence aux
5 dessins annexés sur lesquels :

- les figures 1A et 1B sont des images planes d'une empreinte digitale apposée sur une surface cylindrique de révolution, ces images étant respectivement non corrigée et corrigée par mise en œuvre du procédé de
10 l'invention ;

- la figure 2 est un schéma illustrant le mode de correction des images mis en œuvre conformément à l'invention ;

- la figure 3 est un schéma très simplifié
15 illustrant le procédé d'identification par reconnaissance d'empreinte digitale conformément à l'invention ; et

- les figures 4A et 4B sont des images planes d'une empreinte digitale respectivement avant et après traitement selon l'invention, la surface étant de forme
20 complexe.

L'invention vise à traiter le cas d'empreintes digitales détectées sur une surface courbe de manière à rendre ces images exploitables par des dispositifs de reconnaissance ou identification automatisée qui traitent
25 des topologies planes de points caractéristiques d'empreintes digitales.

On commence par établir (en 11 à la figure 3) une photographie numérique de l'empreinte digitale ou partie d'empreinte digitale E présente sur une surface courbe 12.
30 Cette photographie numérique peut être établie par tout moyen connu, soit directement, soit par numérisation d'une photographie standard. Pour l'obtention de résultats de qualité optimale, il est souhaitable que la photographie

soit prise en réduisant au minimum les effets
perspectifs : par exemple, dans le cas de surfaces
cylindriques ou coniques de révolution, l'axe de
l'objectif est si possible perpendiculaire à l'axe de la
5 surface et dirigé sensiblement sur le centre de
l'empreinte ou partie d'empreinte.

Dans l'exemple illustré à la figure 1A, on a
représenté une photographie numérique 1 montrant une image
numérisée 2A d'une empreinte digitale E présente sur une
10 surface courbe 3 d'un objet 12 (figure 3).

Le domaine privilégié d'application de l'invention
concerne la police : les objets sur lesquels des
empreintes digitales sont décelées (en dehors des meubles,
murs, portes, ... à surfaces planes pour lesquels le
15 processus d'identification automatisée est effectué dans
des conditions habituelles) peuvent fréquemment être des
surfaces courbes à géométrie simple (cylindre, cône ou
tronc de cône, sphère). Notamment des empreintes peuvent
être décelées sur des canons d'armes à feu ou sur des
20 douilles de munitions d'armes à feu qui ont des surfaces
cylindriques de révolution, sur des poignées de portes ou
de portières de véhicules qui ont des surfaces ou portions
de surface cylindriques de révolution ou coniques de
révolution, etc. A titre d'exemple, la surface courbe 3
25 montrée à la figure 1A est une surface cylindrique de
révolution.

L'appareil de prise de vue ayant été disposé dans
les conditions précitées, on obtient en 13 (figure 3)
l'image numérisée 2A de l'empreinte digitale qui ne
30 présente aucune distorsion notable sur la génératrice 4
confondue avec l'axe du cylindre, qui présente une
distorsion limitée dans les zones 5 situées de part et
d'autre de la génératrice 4 (zones angulaires de 0 à

environ 45° dans lesquelles la distorsion reste inférieure à environ 10 %), et qui enfin présente une distorsion importante, croissante vers les bords, dans les zones extrêmes 6, avec un tassement des formes les rendant
5 illisibles sur les bords 7 visibles de la surface 3 (figure 1A). Dans cet exemple, les bords visibles de la surface 3 sont limités par deux génératrices 19 diamétralement opposées.

Sur l'image numérique ainsi obtenue, on met en
10 œuvre le procédé de l'invention (étape 14 à la figure 3) qui consiste à transformer par projection plane, au moyen d'un traitement algorithmique, ladite image numérisée 2A en une image numérisée corrigée avec un niveau de distorsion inférieur à un seuil prédéterminé, ladite image
15 corrigée représentant dans un plan les points caractéristiques de ladite empreinte digitale. Autrement dit, on "déroule" l'image initiale courbe sur un plan pour obtenir une image finale "déroulée".

Le traitement algorithmique se déroule de la façon
20 suivante, exposée en référence à la figure 2.

A la figure 2 est représenté la section transversale de la surface 3 (cylindrique de révolution par exemple) dans sa seule partie apparaissant sur la photographie (axe de la prise de vue est schématisé par la
25 flèche 8). L'image numérisée 2A de l'empreinte digitale correspond à la projection de l'empreinte enroulée sur la surface courbe 3 sur le plan 9, plan diamétral perpendiculaire à l'axe 8 de la prise de vue.

Dans cette projection, le milieu O de la surface
30 courbe 3 se projette en O₁ milieu du diamètre et correspondant à l'axe 4 de la figure 1A. La projection de O en O₁ s'effectue sans distorsion.

Tout point P_2 de la surface courbe 3 (non confondu avec le milieu O) se projette en P_1 sur le diamètre.

Si on désigne par r le rayon de la surface cylindrique 3 et par θ l'angle du segment O_1P_2 avec le segment OO_1 , la longueur du segment curviligne OP_2 sur la surface 3 est :

$$OP_2 = r\theta \quad (\theta \text{ en radians})$$

et supérieure à la longueur de sa projection droite (segment linéaire O_1P_1) sur le plan 9 qui est :

$$O_1P_1 = r \cos (\pi/2 - \theta) \quad (\theta \text{ en degrés})$$

soit:

$$O_1P_1 = r \cdot \cos(\pi/2 - OP_2/r).$$

Il est donc possible d'envisager un traitement algorithmique qui établisse une association entre tout point P_2 de l'image numérisée initiale 2A et un point P du plan 9 tel que :

$$\text{longueur } OP_2 = \text{longueur segment } O_1P.$$

En pratique, le traitement algorithmique est effectué à l'envers, de manière à retrouver, pour tout point P du plan 9, le point P_2 correspondant sur l'image numérisée initiale 2A. Ainsi, de façon plus précise, le traitement algorithmique détermine, pour tout point P du plan 9, un point P_1 tel que

$$O_1P_1 = r \cdot \cos(\pi/2 - O_1P/r).$$

Le point P_1 ainsi trouvé est la projection d'un point P_2 de la surface cylindrique 3, qui satisfait la relation requise longueur arc $OP_2 = \text{longueur segment } O_1P$.

L'exécution de ce traitement algorithmique impose de disposer de la valeur du rayon r de la surface courbe 3 et de la position du point O_1 .

Ces informations peuvent être déterminées de façon simple dans le cas, envisagé aux figures 1A et 2, où la surface courbe 3 est de forme simple et où deux

génératrices diamétralement opposées sont visibles sur l'image numérisée (l'image présente alors un demi-cylindre comme visible à la figure 1A). A cette fin, on peut repérer, sur l'image numérisée, deux points sur chacune
5 des deux génératrices diamétralement opposées (bords visibles de la surface). Le traitement algorithmique est alors en mesure de déterminer le diamètre de la surface et de positionner son axe, ce qui rend possible le traitement algorithmique de chaque point de l'image numérisée.

10 Le même processus serait applicable dans le cas d'une surface conique de révolution.

Dans le cas d'une surface cylindrique de révolution, la connaissance de trois points (deux sur une génératrice et un sur la génératrice diamétralement
15 opposée), ou bien encore la connaissance d'un point d'une génératrice et de la position de l'axe de la surface, ou bien encore la connaissance de deux points d'une génératrice et d'un point de l'axe peuvent suffire pour autoriser le traitement algorithmique. Dans le cas d'une
20 surface conique ou tronconique de révolution, la connaissance de quatre points (deux points sur chacune de deux génératrices diamétralement opposées) est nécessaire.

On notera également que le traitement algorithmique des points des bords de l'image numérisée
25 initiale permet certes d'obtenir des points corrigés en relation avec les points visibles sur l'image initiale, mais ne permet pas de reconstituer ce qui n'est pas visible en raison de l'écrasement des formes dû à l'effet de perspective. En particulier des points caractéristiques
30 présents dans ces zones de bord ne pourront pas être décelés et n'apparaîtront donc pas sur l'image corrigée. Compte tenu du peu d'informations susceptibles d'être recueillies sur les bords en raison des déformations dues

à l'effet de perspective trop important, on peut convenir de ne pas traiter les zones de bord, ce qui permet d'accélérer la formation de l'image corrigée.

Un traitement algorithmique portant sur environ
5 83 % de l'image initiale semble devoir être satisfaisant.

Ainsi effectué, le traitement algorithmique mené sur l'image numérisée initiale 2A de l'empreinte digitale conduit à une image numérisée corrigée ("déroulée") 2B comme visible à la figure 1B. Cette image corrigée expose
10 une topologie des points caractéristiques 10 de l'empreinte qui ne présente plus les erreurs dues à la projection droite d'une image tridimensionnelle sur une surface plane. De ce fait les points caractéristiques se présentent à leurs emplacements relatifs approximativement
15 exacts et il devient possible de les analyser sur l'ensemble de l'image.

Ainsi, c'est à partir de l'image numérisée corrigée de l'empreinte digitale qu'est mené le processus d'identification automatisé et c'est cette image numérisée
20 corrigée de l'empreinte digitale qui est analysée (en 15, figure 3) pour y détecter les points caractéristiques disposés dans une topologie plane approximativement exacte.

Ce sont ensuite les informations numériques
25 courantes desdits points caractéristiques disposés dans une topologie plane qui sont échangées (en 16, figure 3) avec une banque d'informations (17, figure 3) détenant en mémoire des informations numériques des points caractéristiques d'une multiplicité d'empreintes digitales, lesdites
30 informations numériques mémorisées correspondant à des images planes de la multiplicité d'empreintes digitales.

Il devient alors possible d'effectuer une comparaison fiable des informations numériques des susdits

points caractéristiques détectés avec les informations numériques tenues en mémoire dans la banque d'informations afin d'essayer d'identifier une personne possédant ladite empreinte digitale laissée sur la surface courbe (18, 5 figure 3).

La précision de la reconstruction de la topologie plane des points caractéristiques de l'empreinte digitale laissée sur une surface courbe repose essentiellement sur les conditions de prise de la photographie de l'empreinte, 10 d'une part, et sur la reconstitution de la géométrie de la surface, d'autre part. La reconstitution de la géométrie de la surface implique de reconstituer le plus fidèlement possible la forme de la surface, ce qui peut être obtenu aisément dans le cas de formes simples (cylindre ou cône 15 de révolution, sphère), mais est plus malaisé à obtenir dans le cas de formes moins simples (cylindre ou cône non de révolution, par exemple) ou dans le cas de formes complexes : une décomposition de la forme complexe en formes élémentaires simples est alors nécessaire et 20 l'image corrigée finale est alors constituée d'une mosaïque d'images élémentaires corrigées montrant respectivement des parties de l'empreinte digitale. Les figures 4A et 4B illustrent un tel processus. Comme visible à la figure 4A, l'empreinte digitale 2A est 25 photographiée sur une pièce de forme curviligne complexe qui, dans cet exemple, se décompose en une surface 3a cylindrique de révolution comportant une partie 2Aa de l'image de l'empreinte digitale, une surface 3b tronconique de révolution comportant une partie 2Ab de 30 l'image de l'empreinte digitale, et une surface 3c de liaison entre les deux précédentes en forme d'épaulement annulaire arrondi et comportant une partie 2Ac de l'image de l'empreinte digitale. On traite chaque surface

indépendamment l'une de l'autre en mettant en œuvre, pour chacune d'elles, les dispositions précédemment exposées. On obtient finalement (figure 4B) trois images corrigées juxtaposées respectivement 2Ba, 2Bb et 2Bc.

5 La détermination exacte du rayon de la surface doit également être précise car c'est elle qui conditionne le "déroulage" de l'image. Pour ce faire, il est nécessaire que le repérage des points matérialisant la ou les génératrices et/ou l'axe de la surface sur l'image
10 initiale soit aussi précis que possible.

De ce point de vue, les meilleures conditions sont rencontrées lorsque la surface courbe apparaît sur la photographie sous une forme diamétralement coupée, avec ses bords 19 délimités par deux génératrices
15 diamétralement opposées.

Dans le cas où la surface courbe n'apparaît pas sous forme diamétralement coupée, on peut envisager de donner manuellement, aux moyens de traitement algorithmique, des informations sur la forme et le rayon
20 de la surface, par exemple en mettant en œuvre un logiciel de dessin numérique permettant de dessiner, sur l'image initiale, un tronçon d'arc selon la section de la surface courbe à partir duquel les moyens de traitement algorithmique seraient en mesure de déterminer le rayon de
25 courbure.

REVENDICATIONS

1. Procédé d'identification d'une personne par reconnaissance d'empreinte digitale, consistant à :
- 5 - réaliser une photographie numérique (en 11) donnant une image numérisée (13) d'une empreinte digitale ou partie d'empreinte digitale (E) présente sur une surface (3) d'un objet (12),
- 10 - analyser (15) ladite image numérisée de l'empreinte digitale,
- y détecter des points caractéristiques,
- échanger (16) les informations numériques des points caractéristiques détectés avec une banque d'informations (17) détenant en mémoire des informations
- 15 numériques des points caractéristiques d'une multiplicité d'empreintes digitales, lesdites informations numériques mémorisées correspondant à des images planes de la multiplicité d'empreintes digitales,
- comparer (18) les informations numériques des
- 20 susdits points caractéristiques détectés avec les informations numériques tenues en mémoire dans la banque d'informations, et
- identifier une personne possédant ladite empreinte digitale comme résultat de la comparaison
- 25 précédente,
- caractérisé en ce que, lorsque l'empreinte digitale (E) se trouve sur une surface (3) courbe, on transforme par projection plane, au moyen d'un traitement algorithmique, ladite image numérisée en une image
- 30 numérisée corrigée avec un niveau de distorsion inférieur à un seuil prédéterminé, ladite image corrigée représentant dans un plan les points caractéristiques de ladite empreinte digitale,

en ce qu'on détecte lesdits points caractéristiques dans ladite image corrigée,

et en ce qu'on échange (16) les informations numériques courantes desdits points caractéristiques avec la susdite banque d'informations (17) et on les compare (18) avec les informations numériques mémorisées dans celle-ci.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, préalablement au traitement algorithmique de l'image numérisée, on sélectionne un modèle de surface courbe préétabli ayant une forme correspondant à ou voisine de la forme de la surface courbe sur laquelle est apposée l'empreinte digitale,

et en ce qu'on fournit aux moyens de traitement algorithmique des informations concernant les dimensions de la surface courbe.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le modèle de surface courbe préétabli est choisi parmi une surface cylindrique de révolution, une surface conique ou tronconique de révolution, ou une surface sphérique.

4. Procédé selon les revendications 2 et 3, caractérisé en ce que, dans le cas où la surface courbe apparaît sur l'image numérisée sous forme semi-cylindrique ou semi-conique de révolution, on fournit aux moyens de traitement algorithmique des informations sur les positions respectives des deux génératrices diamétralement opposées visibles sur l'image numérisée, ce grâce à quoi les moyens de traitement algorithmique en déduisent les caractéristiques géométriques (rayon, position de la projection de l'axe) de la surface courbe.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens de traitement algorithmique

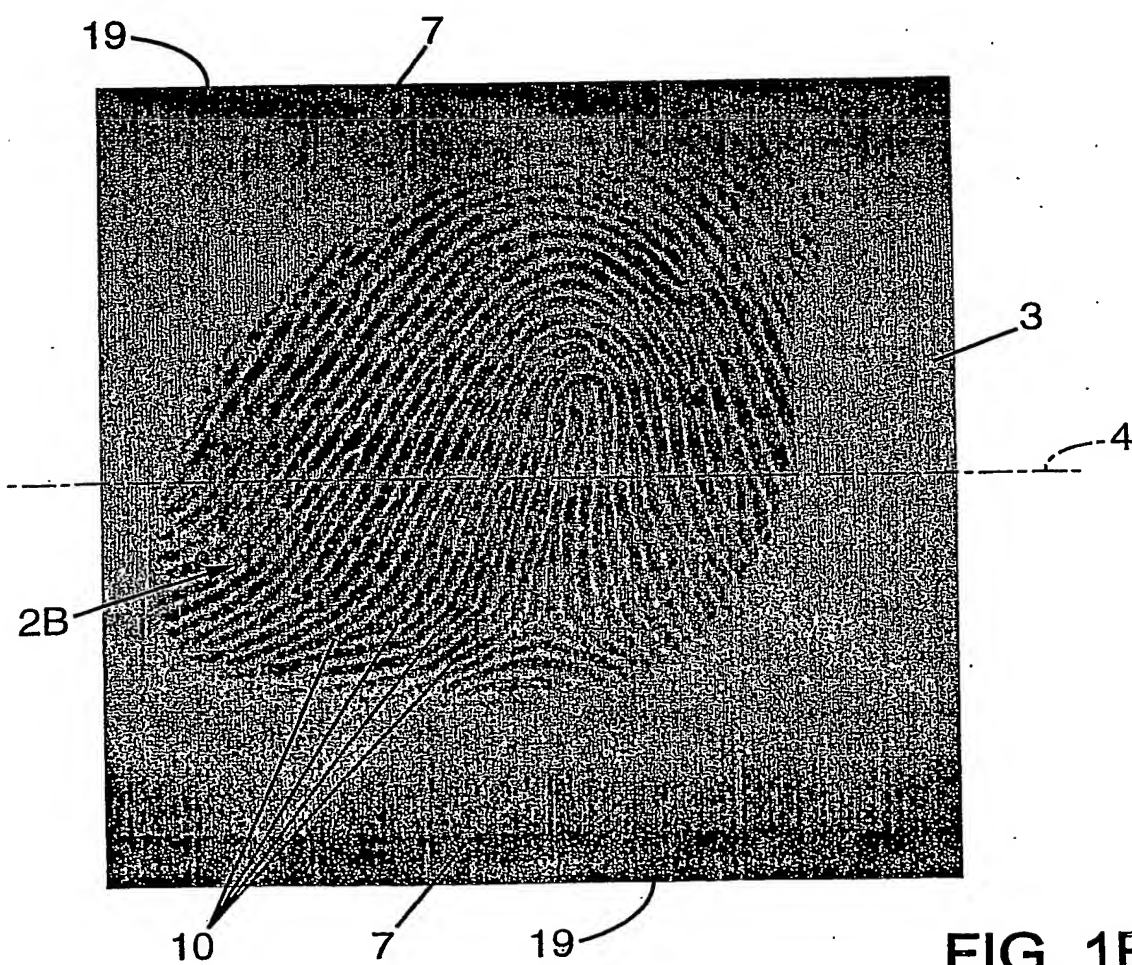
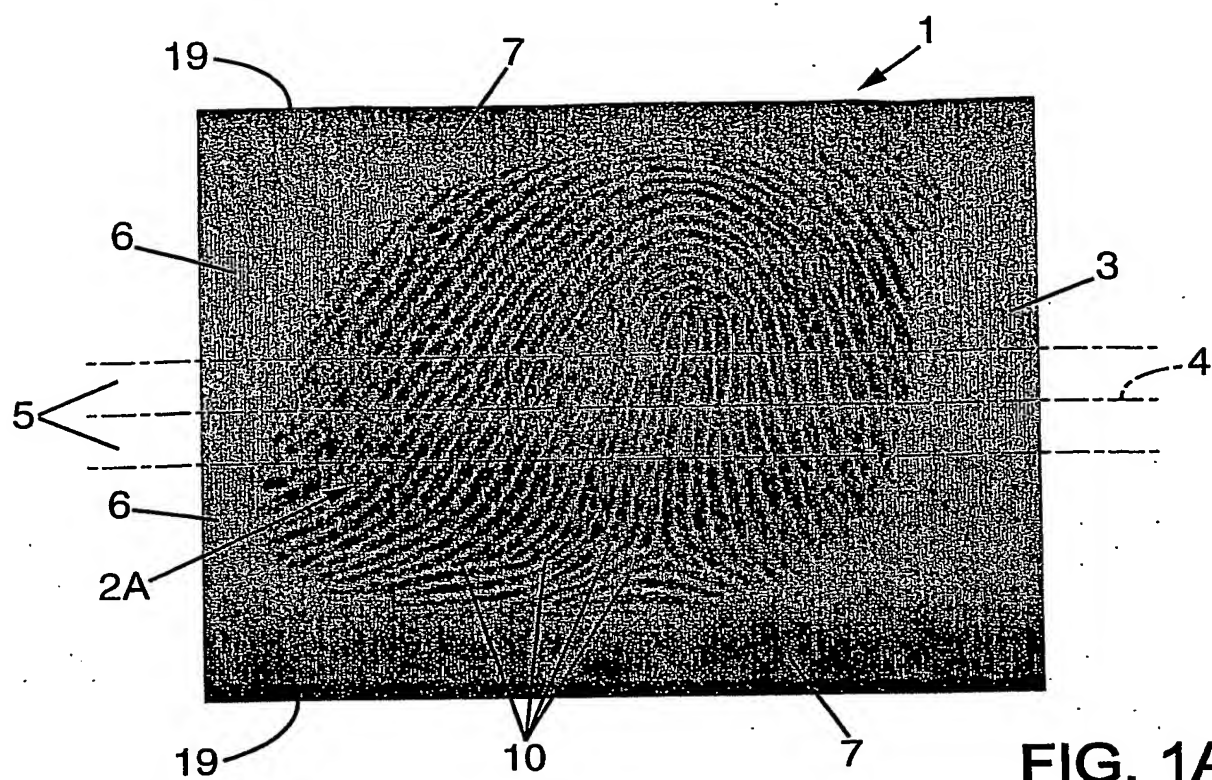
associent, à chaque point de l'image numérisée initiale de l'empreinte digitale enroulée sur la surface courbe, un point situé sur un plan de projection tel que la distance linéaire dudit point du plan par rapport à la projection de l'axe de ladite surface soit égale à la distance curviligne dudit point de l'image initiale par rapport à la projection dudit axe sur ladite surface.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'à tout point (P) du plan de projection, les moyens de traitement algorithmique déterminent un point projeté (P_1) tel que, O_1 étant la projection de l'axe de la surface sur ledit plan,

$$O_1P_1 = r \cdot \cos(\pi/2 - O_1P/r)$$

r étant le rayon estimé de la surface courbe, puis associent au point projeté (P_1) du plan un point (P_2) de la surface courbe dont le point projeté (P_1) est la projection sur le plan.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que, dans le cas où l'empreinte digitale (E) se trouve apposée sur une surface de forme complexe, on décompose l'image (3) de ladite surface de forme complexe en images partielles (3a, 3b, 3c) de surfaces de formes simples, en ce qu'on traite chaque image partielle (2Aa, 2Ab, 2Ac) en relation avec la forme de la surface respective pour obtenir des images partielles corrigées (2Ba, 2Bb, 2Bc), et en ce qu'on juxtapose les images partielles corrigées de façon à obtenir une image corrigée en mosaïque de l'empreinte digitale.



2/3

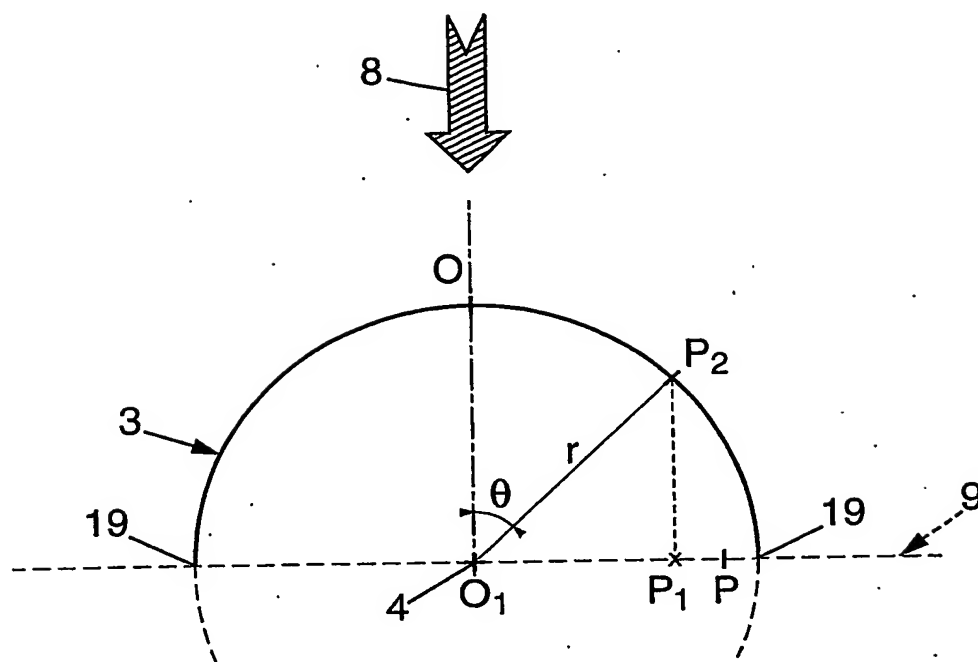


FIG. 2

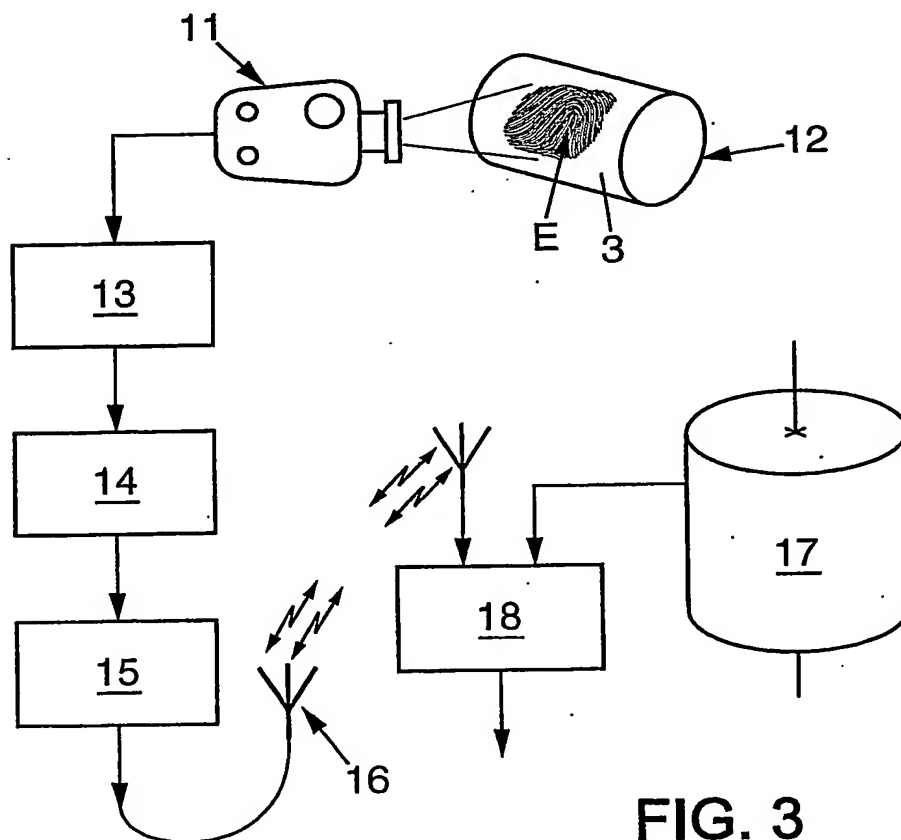


FIG. 3

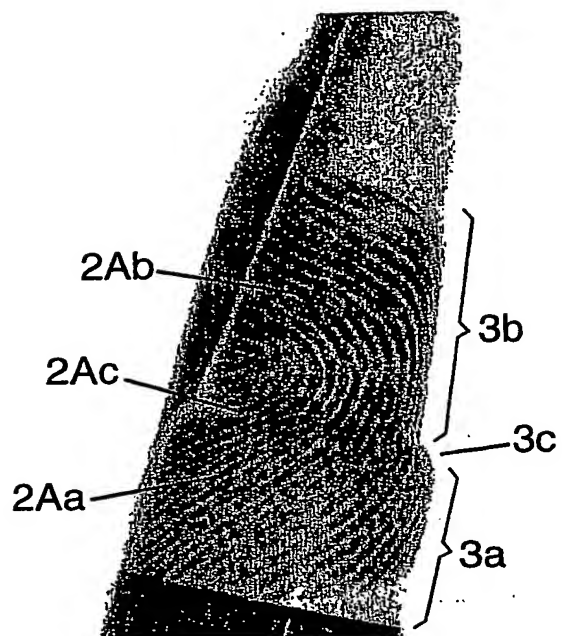


FIG. 4A

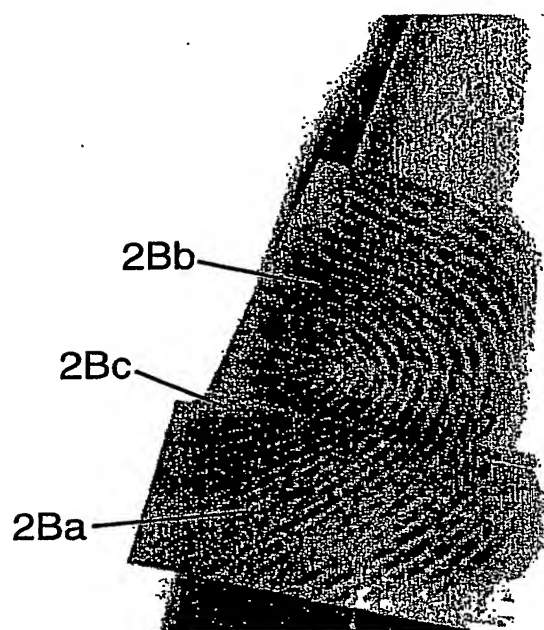


FIG. 4B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 03/03271

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G06K9/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G06K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 617 919 A (NIPPON ELECTRIC CO) 5 October 1994 (1994-10-05)	1
A	column 1, paragraph 2 column 2, line 45; figures 1-7 column 3, line 43 - line 50 column 4, line 22 - line 32	6,7
A	US 2002/126883 A1 (SENIOR ANDREW W) 12 September 2002 (2002-09-12) page 3, paragraph 36 - paragraph 38 page 3, paragraph 44 - paragraph 53	1-7
A	US 6 324 297 B1 (UCHIDA KAORU) 27 November 2001 (2001-11-27) abstract column 1, paragraph 2	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 March 2004

Date of mailing of the international search report

15/03/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Granger, B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/FR 03/03271

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0617919	A	05-10-1994	JP 6282636 A	07-10-1994
			DE 69430769 D1	18-07-2002
			DE 69430769 T2	17-10-2002
			EP 0617919 A2	05-10-1994
US 2002126883	A1	12-09-2002	NONE	
US 6324297	B1	27-11-2001	JP 3075345 B2	14-08-2000
			JP 11045336 A	16-02-1999
			AU 738208 B2	13-09-2001
			AU 7853898 A	04-02-1999
			CA 2244034 A1	28-01-1999

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR 03/03271

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 G06K9/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G06K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X A	EP 0 617 919 A (NIPPON ELECTRIC CO) 5 octobre 1994 (1994-10-05) colonne 1, alinéa 2 colonne 2, ligne 45; figures 1-7 colonne 3, ligne 43 - ligne 50 colonne 4, ligne 22 - ligne 32 ----	1 6,7
A	US 2002/126883 A1 (SENIOR ANDREW W) 12 septembre 2002 (2002-09-12) page 3, alinéa 36 - alinéa 38 page 3, alinéa 44 - alinéa 53 ----	1-7
A	US 6 324 297 B1 (UCHIDA KAORU) 27 novembre 2001 (2001-11-27) abrégé colonne 1, alinéa 2 -----	1-7

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *&* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

8 mars 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

15/03/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Granger, B

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/FR 03/03271

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0617919	A	05-10-1994	JP 6282636 A	07-10-1994
			DE 69430769 D1	18-07-2002
			DE 69430769 T2	17-10-2002
			EP 0617919 A2	05-10-1994
US 2002126883	A1	12-09-2002	NONE	
US 6324297	B1	27-11-2001	JP 3075345 B2	14-08-2000
			JP 11045336 A	16-02-1999
			AU 738208 B2	13-09-2001
			AU 7853898 A	04-02-1999
			CA 2244034 A1	28-01-1999